

(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent
Application Publication Number

(12) **Japanese Unexamined Patent
Application Publication (A)**

S57-153433

(51) Int. Cl.³
H 01 L 21/30

Identification codes

JPO file numbers

7131 - 5F

(43) Publication date: September 22, 1982

No. of Inventions: 1

Request for examination: Not yet requested

(Total of 4 pages)

(54) SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

(21) Japanese Patent Application No.: S56-37977

Hitachi, Ltd.
1-5-1 Marunouchi, Chiyoda-ku,
Tokyo

(22) Date of Application: March 18, 1981

(72) Inventor

KONDOU YATAROU
Hitachi Ohme Electronics, Inc.
3-3-2 Fujihashi, Ohme-shi

(72) Inventor
TAKANASHI AKIHIRO
Hitachi, Ltd. Central Research
Laboratory
1-280 Higashikoigakubo,
Kokubunji-shi

(72) Inventor

KUROSAKI TOSHISHIGE
Hitachi, Ltd. Central Research
Laboratory
1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-
shi

(72) Inventor
HARADA TATSUO
Hitachi, Ltd. Central Research
Laboratory
1-280 Higashikoigakubo,
Kokubunji-shi

(71) Applicant

HITACHI, LTD.
1-5-1 Marunouchi, Chiyoda-ku,
Tokyo/
4-6 Kanda Surugadai, Chiyoda-ku,
Tokyo

(72) Inventor
AKIYAMA MASAMOTO

(74) Representative

Toshiyuki Usuda, patent attorney
Ogawa Katsuo

continued on the last page

Specification

Title of the Invention

Semiconductor Manufacturing Apparatus

Scope of Patent Claims

A semiconductor manufacturing apparatus; characterized in that it is configured to perform, via a liquid, detection of a pattern on a substrate on which a photosensitive material has been coated or exposure and formation of a pattern.

Detailed Explanation of the Invention

The present invention relates to a manufacturing apparatus for highly integrated semiconductor devices, etc. that use fine patterns.

Among semiconductor manufacturing processes, the lithography process, which forms a fine pattern on a substrate, is the most important, and photographic technology that uses light is the main current for this process at present.

In demand in this lithography process is, in addition to higher integration and higher density of semiconductor devices, improvement of fine pattern formation capability and of the positioning (alignment) function to form a pattern at the desired position.

However, in the case where the photographic technology discussed above is used, the required formation of fine patterns of approximately one micron is approaching the limits of formation capability due to limitations on the wavelengths that can be used in exposure.

In addition, in order to form a pattern at the prescribed position, it is necessary to detect the position of the pattern already formed on the substrate with high accuracy. In general, when performing position detection, as shown in FIG. 1, the pattern on the substrate 1 (concave portion in the drawing) is covered by a photosensitive

material 2 such as photoresist, and, moreover, flatness cannot be expected at the surface of the photoresist. For this reason, refraction, etc. of the pattern detection light becomes uneven, and there have been many cases in which problems are caused in position detection accuracy.

The purpose of the present invention is to provide a revolutionary semiconductor manufacturing apparatus that is designed by focusing on the above points and that is able to bring about improvement of fine pattern formation capability and improvement of pattern position detection accuracy.

To achieve the aforementioned purpose, the present invention is configured to perform, via a liquid, detection of a pattern on a substrate on which a photoresist (photosensitive material) has been coated or exposure and formation of a pattern.

The present invention will be explained in detail below using embodiments.

First, the basic principle of the present invention will be explained. In general, the pattern resolution limit R of pattern projection optical systems used in pattern formation for semiconductor devices, etc. is indicated by the following equation.

$$R = 0.61 \lambda / n \times \sin \theta$$

Here,

λ : wavelength of light used in exposure

n : refractive index of the atmosphere in which the exposure optical system is installed

θ : characteristic value of the reduction lens

In order to highly integrate semiconductor devices, the pattern that forms the semiconductor device must be made more fine, and it is necessary to improve the pattern resolution limit R of the projection optical system.

Therefore, up to the present, efforts such as ① shortening the exposure wavelength and ② making the characteristic value $\sin \theta$ of the lens larger have been made. However, the respective amounts of these are already close to the limits due to physical limitations. In addition, pattern projection exposure up to this point has only been performed in air, and in the above equation, it was always $n = 1$. Therefore, in the present invention, a liquid in which n is larger than 1 is used, and an attempt is made to dramatically improve the pattern resolution limit R .

FIG. 2 is a drawing that shows an example of application to a conventional reduction projection type exposure apparatus.

A reduction projection exposure apparatus is an apparatus that forms a semiconductor device pattern on the entire surface of a substrate 1 while reducing an original image pattern 5 via a reduction lens 4 each time a substrate 1 on which a photosensitive material (photoresist) 2 has been coated is moved by a predetermined amount and performing projection exposure onto the substrate 1. In addition, in the present apparatus, the photosensitive material 2 that is coated onto the substrate 1 is held in a liquid 3. In this case, the liquid 3 is filled into the space between the substrate 1 and the reduction lens 4, and the photosensitive material surface that has been coated onto the substrate is kept in the liquid. Then, the liquid 3 is filled so that a portion of or all of the reduction lens 3 [sic; 4] is submerged as shown in the drawing. Furthermore, as shown in FIG. 3, the configuration may be such that a nozzle 9 is provided at a portion of the reduction lens 4, the liquid 3 is caused to flow in via a liquid inflow port 8 thereof and flows out onto the substrate 1 to keep the photosensitive material surface in the liquid.

Note that, in the drawing, 6 is an illumination system that exposes the pattern, and 7 is a pattern position detector.

In the relevant configuration, if the high-resolution reduction lens that can be obtained and used in this apparatus is, for example, $\lambda = 0.436$ microns and $\sin \theta = 0.28$, when the refractive index n of the atmosphere in which the exposure optical system is installed is changed to be larger than 1, improvement of the resolution limit R is possible as shown in FIG. 4.

That is, in contrast to the resolvable line width having been 0.95 microns when exposure was performed in air as has been the case up to the present, for example, by using a liquid in which $n = 1.36$ (for example, ethane trichloride trifluoride) or a liquid in which $n = 1.53$ (for example, chlorobenzene), it is possible to make the resolution limits more fine to 0.69 microns and 0.62 microns respectively, and it is possible to dramatically improve pattern formation capability.

In addition, if the refractive index n_p of the photoresist coated onto the substrate and the refractive index n_L of the liquid are made the same, as discussed above, correction is performed by the liquid as shown in FIG. 2 even if we assume that the photoresist surface is not flat, so it is possible to drastically reduce adverse effects resulting from photoresist which have occurred up until now during pattern detection, and stable, highly accurate pattern detection becomes possible.

Another effect of the present invention is that, since it is possible to maintain the level of cleanliness of the liquid used through techniques such as distillation, one can expect prevention of the occurrence of defects attributable to the fact that dust contained in the air adheres to the photoresist surface as has been the case up to the

present. In particular, for sub-micron fine pattern regions formed by reduction projection exposure apparatuses, it has been thought to be difficult to remove fine dust contained in the air, and the relevant benefits of the present invention are considered to be great.

In addition, with respect to positioning error resulting from expansion and contraction of the substrate accompanying temperature changes during the exposure operation, since it is possible to perform temperature control of the substrate using a liquid with a high thermal capacity in comparison with air, it has various advantages such as the ability to prevent substrate temperature changes in advance.

Note that in the embodiment above, the explanation was limited to a reduction projection type exposure apparatus, but the present invention is not limited to this, and its effects would be great even if it were applied to a magnification projection exposure apparatus that forms a fine pattern on a substrate or to apparatuses for inspection and measurement of fine patterns on a substrate.

Brief Explanation of the Drawings

FIG. 1 is a cross-sectional schematic drawing that shows an example of a substrate on which a pattern has been formed, FIG. 2 is a partial cross-sectional schematic drawing that shows an embodiment of the present invention, FIG. 3 is a partial cross-sectional schematic drawing that shows another embodiment of the present invention, and FIG. 4 is a diagram that shows an example of the effects of the present invention.

- 1 substrate
- 2 photosensitive material
- 3 liquid
- 4 reduction lens
- 5 original image pattern

continued from page 1

(72) Inventor	KUNIYOSHI SHINJI Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi
(72) Inventor	HOSAKA SUMIO Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi
(72) Inventor	KAWAMURA YOSHIO Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi

⑭ 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—153433

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/30

識別記号

庁内整理番号
7131—5F

④ 公開 昭和57年(1982)9月22日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 半導体製造装置

① 特 願 昭56—37977

② 出 願 昭56(1981)3月18日

⑦ 発 明 者 高梨明紘

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑧ 発 明 者 原田達男

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑨ 発 明 者 明山正元

東京都千代田区丸の内一丁目5

番1号株式会社日立製作所内

⑦ 発 明 者 近藤弥太郎

青梅市藤橋3丁目3番地の2日
立青梅電子株式会社内

⑧ 発 明 者 黒崎利栄

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

① 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

④ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 半導体製造装置

特許請求の範囲

液体を介して、感光剤を塗布した基板上のパ
ターンの検出、あるいはパターンの露光、形成を行
なり如く構成したことを特徴とする半導体製造装
置。

発明の詳細な説明

本発明は、微細パターンを用いた高集積半導体
素子等の製造装置に関するものである。

半導体製造工程の中で、微細パターンを基板上
に形成するリソグラフィ工程が最も重要であり、
現在この工程には、光を使用した写真技術が主役
をしめている。

本リソグラフィ工程においては、半導体素子の
高集積化、高密度化にともない、微細パターンの
形成能力と所望の位置にパターンを形成する位置
合せ(アライメント)機能の向上が要求されてい
る。

しかし、前述の写真技術を用いる場合、要求さ

れる1ミクロン程度の微細パターンの形成は、露
光に使用できる波長の制約から、形成能力の限界
にきている。

また、所望の位置にパターンを形成するため
には、すでに形成されている基板上のパターンの位
置を高精度に検出する必要がある。一般に位置検
出を行なう際、第1図に示すように、基板1上の
パターン(図中の凹部分)は、ホトレジストなど
の感光剤2におおわれており、しかもホトレジス
トの表面に平坦度を期待できない。このため、パ
ターン検出光の屈折などが不均一になり、位置検
出精度に問題を生ずることが多かつた。

本発明の目的は、上記の点に着目してなされた
ものであり、微細パターンの形成能力の向上とパ
ターン位置検出精度の向上をもたらす得る面的
な半導体製造装置を提供するものである。

上記の目的を達成するために、本発明では、液
体を介して、ホトレジスト(感光剤)を塗布した
基板上のパターンの検出、あるいはパターンの露
光、形成を行なり如く構成したものである。

以下、本発明を実施例によつて詳細に説明する。
最初に本発明の基本的原理について説明する。
一般に半導体素子等のパターン形成に使用される
パターン投影光学系のパターン解像限界 R は次式
で示される。

$$R = 0.61 \frac{\lambda}{n \times \sin \theta}$$

ここで、 λ : 露光に使用する光の波長

n : 露光光学系が設置されている雰囲気
の屈折率

θ : 縮小レンズの固有値

半導体素子を高集積化するためには、半導体素
子を形成するパターンを微細化しなければならず、
投影光学系のパターン解像限界 R を向上させる必
要がある。

そこで、これまで、①露光波長を短かくする、
②レンズの固有値 $\sin \theta$ を大きくする、などの努力
がなされてきた。しかし、これらの諸量も物理的
制約からすでに限界に近い。また、これまでのパ
ターン投影露光は空気中で行なわれており、上式

で感光剤面を液体中に保持してもよい。

なお、図において、6 はパターンを露光する照
明系、7 はパターン位置検出器である。

かかる構成において、例えば本装置に利用でき
る入手可能な高解像度縮小レンズが、 $\lambda = 0.436$
ミクロン、 $\sin \theta = 0.28$ である場合には、露光光学
系が設置されている雰囲気屈折率 n を 1 より大
きく変化させると、第 4 図に示すごとく解像限界
 R が向上する。

すなわち、これまでのように空気中で露光した
場合には、解像できる線幅が 0.95 ミクロンであ
つたのに対し、例えば $n = 1.36$ の液体（例えば三
塩化三フッ化エタン等）あるいは、 $n = 1.53$ の液
体（例えばクロルベンゼン等）を使用することによ
り、解像限界をそれぞれ 0.69 ミクロン、0.62
ミクロンにまで微細化することができ、パターン
形成能力を飛躍的に向上せしめることができる。

また、基板に塗布されたホトレジストの屈折率
 n_1 と液体の屈折率 n_2 を同一にすれば、前述の
ようにホトレジスト表面が、仮に平坦でなくとも

において、つねに $n = 1$ となつていた。そこで、
本発明では、 n が 1 より大きい液体を使用し、パ
ターン解像限界 R を飛躍的に向上しようとするも
のである。

第 2 図は、本発明を縮小投影型の露光装置に適
用した一例を示す図である。

縮小投影露光装置は、感光剤（ホトレジスト）
2 を塗布した基板 1 を定寸送りするたびに原画パ
ターン 5 を縮小レンズ 4 を介して縮小し、基板 1
上に投影露光しながら基板 1 の全面に半導体素子
パターンを形成する装置である。そして、かかる
装置において、基板 1 上に塗布された感光剤 2 が
液体 3 中に保持されている。この場合、液体 3 は
基板 1 と縮小レンズ 4 間に充填され、基板 1 上に塗
布された感光剤面を液体中に保持する。そして、
液体 3 は、図示のように縮小レンズ 3 の一部もし
くは全部を浸すように充填されている。さらにま
た、第 3 図に示すように、縮小レンズ 4 の部分に
ノズル 9 を設け、その液体排出口 8 を通して液体
3 を排入せしめ、基板 1 上に排出する如く構成し

第 2 図に示すように液体で補正されるため、パタ
ーン検出時にこれまで生じていたホトレジストに
よる悪影響を抜本的に除くことができ、安定した
高い精度のパターン検出が可能となる。

本発明のその他の効果として、使用する液体を
蒸留等の手法により清浄度を維持することができ
るため、これまでのように空気中に含まれる塵が
ホトレジスト表面に付着すること起因する不良
の発生を防止することが期待できる。特に、縮小
投影露光装置で形成するミクロン以下の微細パ
ターン領域では、これまで空気中に含まれる微細な
塵を除く事が困難であると考えられており、かか
る本発明の効果は甚大であると考えられる。

さらに、露光作業中の温度変化にともなう基板
の伸縮による位置合せ誤差に対しても、空気に比
して熱容量の大きい液体で基板の温度制御をす
ることができるため、基板の温度変化を未然に防止
できるなど、様々な利点を有するものである。

なお、上記実施例では、縮小投影型の露光装置
に限つて説明したが、本発明はこれに限らず基板

上にパターンを形成する等倍の投影露光装置や、
基板上の微細パターンの検査、計測装置に適用し
てもその効果は大きい。

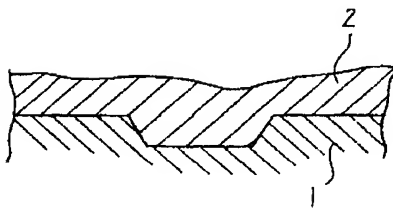
図面の簡単な説明

第1図はパターンの形成された基板の一例を示
す断面略図、第2図は本発明の一実施例を示す一
部断面略図、第3図は本発明の他の実施例を示す
一部断面略図、および第4図は本発明の効果の一
例を示す概図である。

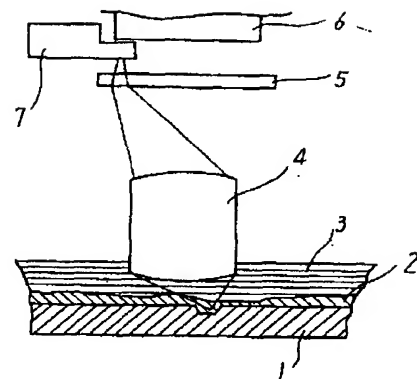
1…基板、2…感光剤、3…液体、4…縮小レン
ズ、5…原面パターン。

代理人 弁理士 薄田利幸

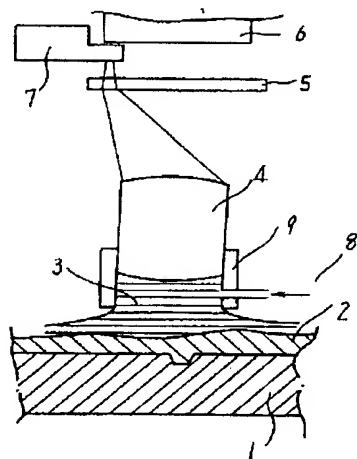
第 1 図



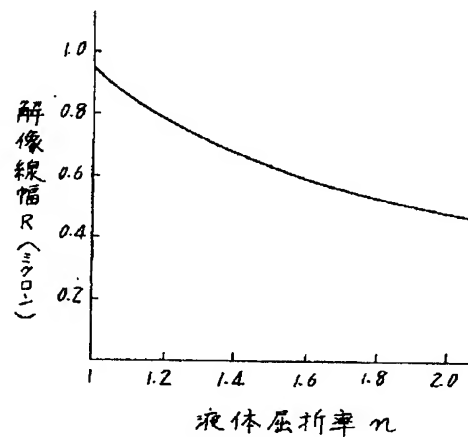
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 1 頁の続き

- ⑫発 明 者 国吉伸治
国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番
地株式会社日立製作所中央研究
所内
- ⑬発 明 者 保坂純男
国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番
地株式会社日立製作所中央研究
所内
- ⑭発 明 者 河村喜雄
国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

昭 62.10.17 発行
手 続 補 正 書

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 56 年特許願第 37977 号(特開 昭
57-153433 号, 昭和 57 年 9 月 22 日
発行 公開特許公報 57-1535 号掲載)につ
いては特許法第17条の2の規定による補正があっ
たので下記のとおり掲載する。 7 (2)

Int. Cl. 4	識別記号	庁内整理番号
H01L 21/30		7376-5F

特許庁長官 殿
事 件 の 表 示

昭和 62 5 27

昭和 56 年 特許願 第 37977 号

発 明 の 名 称

半導体製造装置

補 正 を す る 者

特許出願人

(510) 株式会社 日立製作所

特許庁
62.5.27

代 理 人

〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
株式会社日立製作所内 電話 東京 212-1111 (大代表)

氏 名 (0850) 栗 見 士 小 川 勝 男



補 正 の 対 象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

補 正 の 内 容

- 1、明細書第1頁第14行の「いる。」を「いる
(例えば特開昭53-56975号公報参照)。
」に訂正する。

方 式
審 査

7/27